

前 言

本标准是根据国际标准化组织的标准 ISO 8253-2《声学——测听方法,第2部分:用纯音及窄带测试信号的声场测听》(Acoustics—Audiometric test methods—Part 2; Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals, 1992-11 第一版)而制定的。

由于本国际标准技术成熟,在国际上普遍推行,对保证我国听力量值的统一将起推动作用,故予以等效采用,以尽快适应国际技术交流及采用国际标准的需要。

本标准从 1996 年 11 月 01 日起实施。

本标准的附录 A、附录 B 及附录 C 都是提示的附录。

本标准由国家技术监督局提出,由全国声学标准化技术委员会基础分会审定;

本标准由中国计量科学研究院归口;

本标准起草单位:中国计量科学研究院;

本标准主要起草人:章句才、沈扬、帅正萍、邱建华。

本标准委托中国计量科学研究院负责解释。

ISO 前 言

ISO(国际标准化组织)是各国家标准团体(ISO 成员团体)的世界范围联盟。制定国际标准的工作通常是通过 ISO 技术委员会进行。对技术委员会所确定的主题感兴趣的各个成员团体,均有权出席委员会。与 ISO 有联系的政府与非政府性质的国际组织,也可参与其工作。ISO 在所有的电工标准问题上与国际电工委员会(IEC)紧密合作。

技术委员会所采纳的国际标准草案散发至各成员团体投票。一个国际标准的出版需有占投票成员团体至少 75% 的赞成票。

国际标准 ISO 8253-2 由 ISO TC 43 声学技术委员会制定。

ISO 8253 在总题〈声学——测听方法〉之下含以下部分:

- 第一部分:基本纯音气导与骨导听阈测定;
- 第二部分:用纯音及窄带测试信号的声场测听;
- 第三部分:语言测听。

ISO 8253 的本部分的附录 A、B、C 仅作参考资料。

中华人民共和国国家标准

声学 测听方法 第2部分:用纯音及 窄带测试信号的声场测听

GB/T 16296—1996
eqv ISO 8253-2:1992

Acoustics—Audiometric test methods—Part 2:
Sound field audiometry with pure tone and
narrow-band test signals

引言

本标准等效采用 ISO 8253-2《声学——测听方法——第2部分:用纯音及窄带测试信号的声场测听》。测听方法标准第2部分概括了用耳机或骨振器向受试者提供纯音以确定听阈的方法。

本标准概括了在声场中确定听阈的方法。通常,声场测试意味着在测试室内用双耳收听由一只或多只扬声器所提供的试验信号,试验信号可以是纯音、调频音或窄带噪声。声场的声学特性取决于测试信号的选择、所用扬声器的数目与声学性能,以及测试室的声学特性。

声场测听可用于多种目的,例如可用于青少年人听力敏锐度的评估,以及对具体的助听器佩戴者所用助听器功能增益的确定。

1 范围

本标准规定了有关测试信号特性、自由场、扩散声场及准自由场的要求;用一只或多只扬声器的方法提供的纯音、调频音或其他窄带噪声测试信号作声场测听的步骤,主要目的是确定频率范围为125~12 500 Hz的听阈级。

本标准不包括使用手持扬声器的技术要求。

本标准不包括用语言作为测试信号。

本标准的目的是确保用声场测听进行听力试验,以给出尽可能高的准确度与复现性。

附录A(提示的附录)给出结果图示的举例,附录C(提示的附录)给出文献。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 3240—82 声学测量中的常用频率

GB 3241—82 声和振动分析用的1/1和1/3倍频程滤波器

GB 3785—83 声级计的电、声性能及测试方法

GB 4963—85 自由场纯音标准等响线

GB 7313—87 高保真扬声器系统最低性能要求及测量方法

ISO 8253-1:1989 声学 听力测试方法 第1部分:纯音气导与骨导听阈的基本测听法

IEC 645-1:1992 听力计 第1部分:纯音听力计

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 气导 air conduction

声音通过外耳及中耳到内耳的传播。

3.2 耳科正常人 otologically normal person

具有正常的健康状态,无任何耳疾体征和病状,耳道无障碍聆聆,无过度噪声暴露史者。

3.3 听阈 threshold of hearing

对于规定的试验次数,在规定的条件下,能作出 50% 正确察觉反应时的声级。

3.4 阈值声压级 threshold sound pressure level

对于一定的收听者,规定的信号及其规定的出现方式,规定的声场中,在测试位置上对应于收听者在场时的听阈,当他不在时测得的参考点的声压级。

3.5 基准阈值声压级 reference threshold sound pressure level

对于规定的信号及其规定的出现方式,足够数量的耳科正常、年龄在 18~30 岁之间的男、女受试者阈值声压级的中值,用以表示在一定声场中的参考点听阈。

3.6 听力级 hearing level

对于规定的信号及其规定的出现方式,在规定声场的参考点,规定信号声压级减去对应的基准阈值声压级。

3.7 听阈级 hearing threshold level

对于规定信号及规定的声场,用听力级或声压级表示的听阈。

3.8 调频音的载频 carrier frequency of a frequency-modulated tone

周期变化的纯音频率的平均值。载频就指定为标准测试频率。

3.9 频偏 frequency deviation

调频音瞬时频率与载频间的最大差值。

3.10 参考点 reference point

当受试者位于声场受试位置时,受试者两耳道口连接直线的中点。

3.11 参考轴 reference axis

与扬声器辐射面垂直的轴线。对单辐射体或喇叭式扬声器,该轴穿过膜片或喇叭的几何中心。对于复合扬声器,轴线位置由制造厂规定。

3.12 自由场 free sound field

房间边界对声波的作用可忽略的声场。

3.13 准自由场 quasi-free sound field

房间边界对声波作用适度的声场,它满足 5.3 条的要求。

3.14 扩散声场 diffuse sound field

能提供一个能量分布统计性均匀区域的声场,在所给区域,任意点的声波传播方向均随机分布。

3.15 白噪声 white noise

功率谱密度和频率无关的噪声。

3.16 噪声带宽 noise bandwidth

噪声带高、低两边缘频率的差。在这两频率处,噪声功率谱密度降至其噪声带内的平均值的一半。

3.17 噪声带的中心频率 centre frequency of a noise band

噪声带宽的两边缘频率的几何平均值。

3.18 助听器的功能增益 functional gain of a hearing aid

对于规定的测试信号,规定的声场类型及规定的信号出现方式,对于具体的受试者,其戴与不戴助

听器时的听阈的差值。

4 测试信号特性

本标准的测试信号包括纯音、调频音和窄带噪声。

4.1 纯音

纯音在 5.1 条所要求的自由场中使用。

注 1 对于其他类型的声场,因驻波关系会使纯音表现出很大的声压级空间变化。

当用固定频率的测试音时,频率的选用应采取 IEC 645-1 或 GB 3240 所给的频率。

实际频率应在标称频率的 $\pm 2\%$ 之内,这相当于满足 IEC 645-1 要求的 2 型听力计的规格。

4.2 调频音(FM)

调频音(FM)由以下特性确定,并在报告中提出:

- a) 载频;
- b) 调制信号的波形;
- c) 调制信号的重复率;
- d) 频偏。

载频应选自 IEC 645-1 或 GB 3240 所规定的测听频率。

调制信号的波形应为正弦的或三角形,在线性或对数频率刻度上有对称的上升与下落部分。

载频应在其标准频率的 $\pm 3\%$ 以内。

调制信号的重复率应为 4~20 Hz 范围以内,具有其标准值 $\pm 10\%$ 的允差。

频偏应为 $\pm 2.5\% \sim \pm 12.5\%$ 的范围,具有其标称值 $\pm 10\%$ 的允差。

若调制波形为正弦形,其总谐波失真应不超过 5%。若为三角形其两斜坡对直线形状的偏离应不大于振幅的 5%,同时要求其上升与下降部分的时间不相差 10%以上。

4.3 窄带噪声

窄带噪声的中心频率及带宽应与 GB 3241 的滤波器频率及频响的容差要求一致,或符合 IEC 645-1 窄带掩蔽噪声的规格。应在报告中提出中心频率与带宽。

注 2 当带宽超过 1/3 倍频程时,基准阈值声压级会与 1/3 倍频程带宽所适用的值有差别。

注 3 通带以外的信号功率,主要取决于滤波器的斜率及载带的剔除特性,它会影响声场测听的结果,尤其对听力损伤的受试者更为如此。

4.4 谐波失真

若用纯音作为测试信号,当在测试室的参考点作声学测定时,整个系统的线性应为:在 125 Hz 的总谐波失真不超过 5%,在 250 Hz、500 Hz 及 1 000 Hz 不超过 3%。这些条件应在所提供的全动态范围得以满足。

注 4 通常在所提供的最大输出声压级测量谐波失真就已足够。

扬声器的谐波失真,可以只在自由声场中测试。在只有准自由场或扩散场时,谐波失真可只在扬声器的输入端作电测量。总谐波失真应小于 1%,而扬声器应符合 GB 7313 第 10 章的规格。

若没有纯音作测试信号,应接一外部纯音发生器,替代原有的测试信号源,用于测量设备的线性。

当用窄带噪声作测试信号时,外部纯音发生器的输出级,应位于正常使用的测试信号源所发生的均方根(RMS)值以上 9 dB。

当用调频音(FM)作测试信号时,外部纯音发生器的均方根(RMS)输出级,应等于正常使用的测试信号源的输出级。

4.5 信号门

信号的出现可以是持续时间由 1 s 到 2 s 的单个猝发声,也可以是重复门控的通与断。当用纯音作测试信号在扬声器端作电测时,IEC 645-1 所给的有关上升/下降时间、通/断时间、通/断比,以及下冲

与过冲特性,当扬声器两端用纯音作测试信号进行电测时,均应满足要求。

注 5 测试室的混响时间会对声测试信号的衰减有显著影响。

4.6 信号级控制

4.6.1 调节幅度

信号级以 5 dB 或更小的间隔可调。

4.6.2 准确度

在参考点作声学测试时,衰减器整个信号范围任意两信号级档间相差的最大累积误差不应超过 3 dB。IEC 645-1 所规定的其他规格也应得到满足。

4.6.3 动态范围

在频率范围 500 Hz~6 000 Hz,在参考点的测试信号听力级应至少覆盖 0~80 dB 范围。

注 6 在该频率范围以外也希望能达到同样的测试信号听力级范围。

4.7 校准的方法和刻度

所用设备应能分别调节各测试音的输出级。必须用听力级或声压级表示刻度。测量应采用符合 GB 3785 1 型的声级计。

对于前方入射声场的纯音与 1/3 倍频程带噪声,以及对于扩散声场中 1/3 倍频程噪声带,必须用对应于 GB 9463 中规定的正常双耳听阈的基准阈值声压级作为声场测听的基准阈值声压级。这些数据也应用于满足 4.2 所要求的调频音(FM)。对于其他测试信号与声场类型的组合现尚无标准化数据。

注 7 实践中,其他入射角度,如 45°也可使用。现今还没有标准化基准阈值声压级,但附录 B(提示的附录)中给出了对 45°及 90°入射角的修正值。

注 8 在使用中只决定两种听音条件(例如戴与不戴助听器)下,相对于测试声压级的听阈差就能满足。

5 声场特性

用于声场测听的环境会变化很大。实际上可以建立三种合适的声场就能满足绝大多数情形。有两种已规定,即自由场与扩散声场。但事实上不可能完全满足这两种规格。为此,提出满足本标准的第三种声场,即准自由场。用户可以决定哪种规格更适用所考虑的声场。

除了采用本标准的 5.2 所给的指向性传声器测量声压级之外,用声级计测量必须符合 GB 3785 的 1 型指标。

测试声场用的信号必须与测听使用时相同。

5.1 自由场

为建立自由场条件,需满足以下要求:

a) 扬声器位于就坐受试者的头部高度,参考轴正穿参考点。参考点与扬声器间的距离至少为 1 m。

b) 当受试者及其坐椅不在时,扬声器在参考点外偏离参考点左、右及上、下各为 0.15 m 处的声压级与其在参考点的值的偏离,对包括 4 000 Hz 的任意测试频率应不超过 ± 1 dB,4 000 Hz 以上的任意测试信号不超过 ± 2 dB。左、右两位置间的声压级相差对 4 000 Hz 以上的任何频率不得超过 3 dB。

c) 当受试者及其坐椅不在时,扬声器在参考轴上离参考点前 0.15 m 与参考点后 0.15 m 的声压级的差值与声压距离反比定律理论值的偏离,对任意测试信号均不得超过 ± 1 dB。

注 9 以上要求只在消声室才能满足。

5.2 扩散声场

为建立扩散场条件,须满足以下要求:

a) 当受试者及其坐椅不在时,用全向性传声器在离参考点 0.15 m 的前、后;左、右;上、下各位置与参考点声压级的偏离,对任意测试信号均不得超过 ± 2.5 dB。同时作用左右两极端位置声压级间的差值不应超过 3 dB。在各位置的传声器方位应保持相同。

b) 在 500 Hz 及其以上频率,当采用正入射-无规灵敏度指数为 5 dB 的指向性传声器测量入射声能时,给出在参考点两个最大与最小读数的方向的声压级偏差应在 5 dB 以内。对于其他指向性传声器,正入射-无规灵敏度指数间的关系及允许的声场变化给予表 1。

5.3 准自由场

为了建立准自由场条件,须满足以下要求。

a) 扬声器应安置于就坐受试者的头部高度,参考轴正穿参考点,参考点与扬声器参考点间的距离应至少 1 m。

b) 当受试者及其坐椅不在时,且所有其他正常工作条件保持不变时,扬声器离参考点的轴左、右及上、下 0.15 m 位置的声压级与参考点声压级偏离,对任意测试信号均不得大于 ± 2 dB。

c) 当受试者及其坐椅不在时,扬声器在参考轴上离参考点前 0.10 m 及后 0.10 m 的声压级的差值与声压距离反比定律理论值的偏离,对任意测试信号均不得大于 ± 1 dB。

准自由场有用的频率范围由符合以上要求的频率范围所给定。

表 1 扩散声场测量的传声器要求, dB

扬声器的正入射-无规灵敏度指数	允许的声场变化
≥ 5	5
4.5	4.5
4	4
< 4	传声器不适合
注 1 测试应在足够多的方向进行,它取决于传声器的型式以及扬声器布置的特性。但至少应包括可能会得到最大声压级与最小声压级的两个平面。 2 为取得所希望的声场,需采用一只以上扬声器,并要求馈以会减少驻波效应的非相干电信号。	

6 测试室内的环境噪声级

测试室内的环境噪声级应符合表 2 所给的要求。在具体的测试室中,若所测的最低听阈级不是 0 dB,则适当的最大环境声压级为表 2 的数值加所测的最低听阈值。

表 2 声场测听的最大允许环境声压级 L_{\max} 1/3 倍频程带

1/3 倍频程带的中心频率 Hz	最大允许环境声压级 L_{\max} (参考: 20 μ Pa) dB	
	最低测试音频率	
	125 Hz	250 Hz
31.5	52	60
40	44	53
50	38	46
63	32	41
80	27	36
100	22	32
125	17	25
160	14	18

续表 2

1/3 倍频程带的中心频率 Hz	最大允许环境声压级 L_{max} (参考: 20 μ Pa) dB	
	最低测试音频率	
	125 Hz	250 Hz
200	12	12
250	10	10
315	8	8
400	6	6
500	5	5
630	5	5
800	4	4
1 000	4	4
1 250	4	4
1 600	5	5
2 000	5	5
2 500	3	3
3 150	1	1
4 000	-1	-1
5 000	1	1
6 300	6	6
8 000	12	12
10 000	14	14
12 500	15	15

注

1 运用表 2 的数据时,所测最低听阈级为 0 dB,由于环境噪声引起的最大不确定度为 2 dB。如果因环境噪声引起的最大不确定度允许 +5 dB,则表 2 的数值可以增加 8 dB。这些数值是根据测听方法标准的第 1 部分假定为双耳听音条件导出的。

2 当采用窄带噪音作为测试信号时,最大允许环境声压级应适当低于表 2 所给的值。

3 绝大多数现时的声级计也难于测量低于 5 dB 的声压级。

7 受试对象的准备与训练

对于测试对象的准备与训练,以及听力测试的其他条件,可应用测听方法标准的第 1 部分中 4.6、5.1 及 5.2 所给的要求与程序。此外,还要告诉受试者将头部保持在参考点,要面对所需方向,防止活动。

注 10 可采取某些有助于受试者保持头部位置的措施。

8 听阈级的确定

听力测试可采用手动、自动记录或计算机控制的听力计。测试可以是单耳也可以是双耳。

参考点相对于扬声器的位置应明确给定并加识别。

在测试全过程,测试刺激形式应保持不变,并在听力图上注明。当采用手动或计算机控制听力计时,信号的出现次序排列应从 1 000 Hz 往上,接着往低频,再作 1 000 Hz 复试。

测试信号的出现,阻断与测试程序的熟悉,以及听阈级的测量与计算,应符合测听方法标准的第 1 部分中 6.2 到 6.4 的有关要求。

注 11 对于高声级的低频信号,应考虑测试信号的振动触觉感。

8.1 单耳测试

若只对单耳测试,则要对非测试耳加护听器或掩蔽。只有采用纯音或调频音(FM)作测试信号时,才采用窄带噪声掩蔽。在用窄带噪声作测试信号时不加噪声掩蔽。要在报告中提出非测试耳所用护听器的型号。

注 12 实际上由堵耳所取得的声衰减通常是有限的,从而会导致测量误差,尤其当测试耳比所堵非测试耳的听力差得多时更为如此。

注 13 采用掩蔽,用插入式耳机提供掩蔽噪声为好。

8.2 双耳测试

在双耳测试时,受试者通常不可能确定所听到的测试信号是在单耳还是双耳。因此,用双耳测试所决定的听阈级,是双耳听阈或主要由较灵敏的耳所决定的值。

注 14 可以告诉受试者表示测试信号的部位,如左、右双侧。但必须使他记住他的主要任务是反应听到最微弱的信号。

9 戴助听器测试

如要确定具体佩带者的助听器的功能增益,则应用第 7、第 8 条所给的程序。

10 筛选测试

声场筛选测听按测听方法标准的第 1 部分第 9 章进行。

注 15 有时用手持扬声器作声场筛选,扬声器与受试者距离的变动会引起声压级的偏离很大。因此,这时试验条件会不满足第 5 章的要求。

11 数据的报告

应提出以下随同声场测听结果的报告:

- 声场类型;
- 所用听力计类型(手动、自动记录或计算机控制);
- 测试信号的类型及特性;
- 受试者相对于扬声器的位置;
- 信号级(包括听力级或声压级)刻度的参考的识别;
- 由于环境噪声原因导致可测量的不是 0 dB 的最低可测听阈级;
- 如只测一耳,哪侧非测试耳被堵及如何堵它;

如进行筛选测听,要说明筛选听力级。

11.1 用听力级校准的设备

如声场测试用设备听力级校准,则应列表给出结果或画一张听力图见测听方法,第一部分第 10 章。符号与听力图的举例示于附录 A(提示的附录)中。所得的听力图应与所用声场相符。要注明对非测试耳的掩蔽或堵塞。

11.2 用声压级校准的设备

如声场测试用设备用声压级校准,则应列表给出结果或图示,见附录 A(提示的附录)举例。

注 16 建议采用 11.1 的听力图中横坐标与纵坐标的相同刻度,但纵坐标方向相反,并作出适当标符。

12 设备的维护与校准

12.1 概述

测听设备的正确校准对于可靠的结果至关重要,提出包括检查及校准程序三阶段的以下方案:

阶段 A:例行检查与试听;

阶段 B: 周期电声测试;

阶段 C: 基本校准测试。

12.2 两次测试的间隔

进行各类测试的间隔只作为一种指导。但除非显然有更为合适的不同间隔外, 就应予以坚持。

每周作阶段 A 检查, 在不同的参考点对声压级的测试间隔不大于 3 个月。阶段 B 的周期电声测试的理想间隔为 3 到 6 个月, 没有特殊情况不得超过一年。

注 17 根据具体设备及使用经验, 可以容许有 3 到 6 个月的间隔差别。

只要阶段 A 的检查定期进行并且使用精心, 间隔可以较长。

如阶段 A、B 的测试均定期进行, 则阶段 C 的基本校准测试可不按例行安排。阶段 C 的测试只是测试设备启用, 或附件装置更换以及作大的修理, 或使用时期很久, 怀疑设备性能不完全符合规格要求。但阶段 C 测试的间隔不得超过 5 年。

12.3 阶段 A: 例行检查与试听

例行检查的目的是保证设备尽可能工作正常, 以及校准没发生显著变动。检查的环境噪声条件应与设备正常使用时的条件相当。检查程序如下:

a) 清理设备及检查所有附件。检查插头与电缆磨损和损坏现象, 更换损坏或磨损严重的导线。

b) 接通设备电源按推荐时间或至少 5 min 预热。执行按制造厂规定的任一启动程序。

c) 保证参考点在正确位置并能明确认定。

d) 用人试听刚能听到的测试信号验证听力计的输出以及环境噪声均大致正确, 该试听者具有在正常范围之内已知听阈级。用适合的测试信号进行试验。

注 18 每次试验用同一个人。

e) 在如 60 dB 到 70 dB 的较高听力级或等效声压级, 对所有适合的功能和所有提供的测试信号听取测试声。判断是否功能正常、没有失真、没有阻断器的“喀咧”声等。

f) 在低听力级听取有没有交流声或噪声, 或来自听力计或测试环境的任何其它不需要的声音。证实衰减器确实可在全程衰减信号、证实在受试者位置听不到由设备辐射的声音。

g) 检查受试者反应系统, 以及对讲与监视线路是否正确工作。

12.4 阶段 B: 周期电声测试

周期电声测试是按适当的标准进行测量, 并比较结果。用纯音信号的测量如下:

a) 测试信号的频率;

b) 在参考点的声压级;

c) 衰减档(在整个有用的范围);

d) 谐波失真;

e) 掩蔽噪声级。

对于纯音以外的其他信号, a) 与 d) 的测量需用专门的频谱分析设备, 并只在怀疑设备失灵时才进行。

声压级的测量须用符合 GB 3785 1 型声级计进行。

此外, 还须按阶段 A 作例行检查与试听。

12.5 阶段 C: 基本校准

基本校准应保证测听设备、声场及环境噪声级均满足有关规格。

若测试室的声学特性发生变化, 如改变装置、仪器或环境噪声源的位置, 就要进行基本校准, 并按第 5 章测量声场特性。

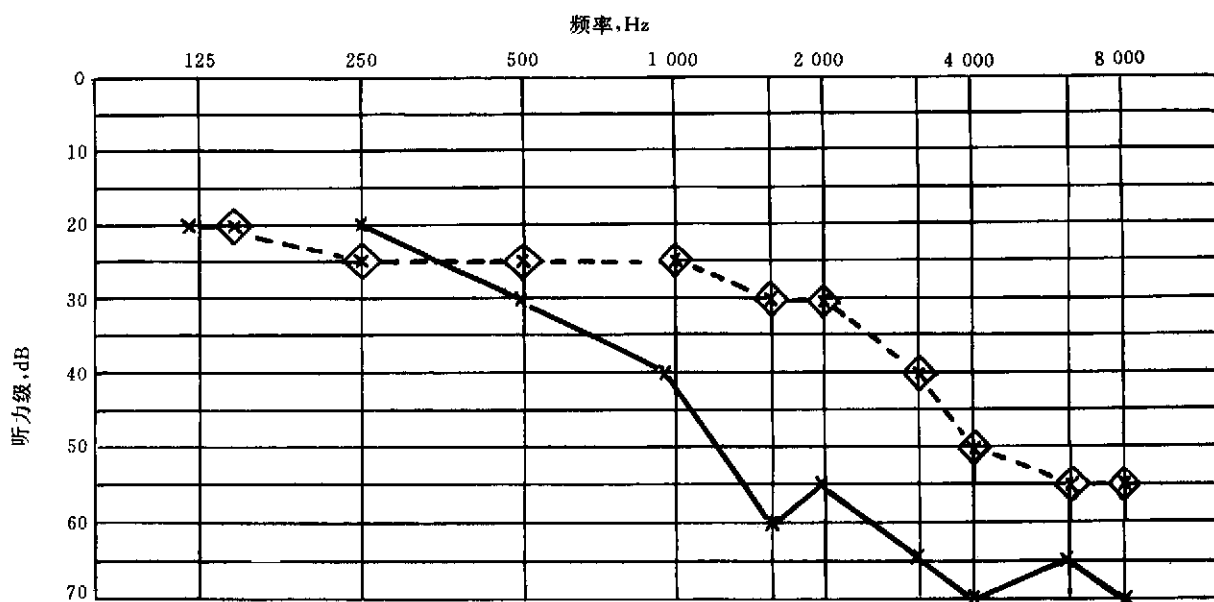
附录 A
(提示的附录)
结果的图示

举例子图 A1 及 A2。

当将结果作成听力图时,必须认定声场类型及其他条件。建议用表 A1 中的符号。

表 A1 测试条件用符号

测量听阈的条件	符号
单耳,左	×
单耳,右	○
双耳	B
单耳,左耳戴助听器	◇×
单耳,右耳戴助听器	◇○
双耳戴助听器	◇B

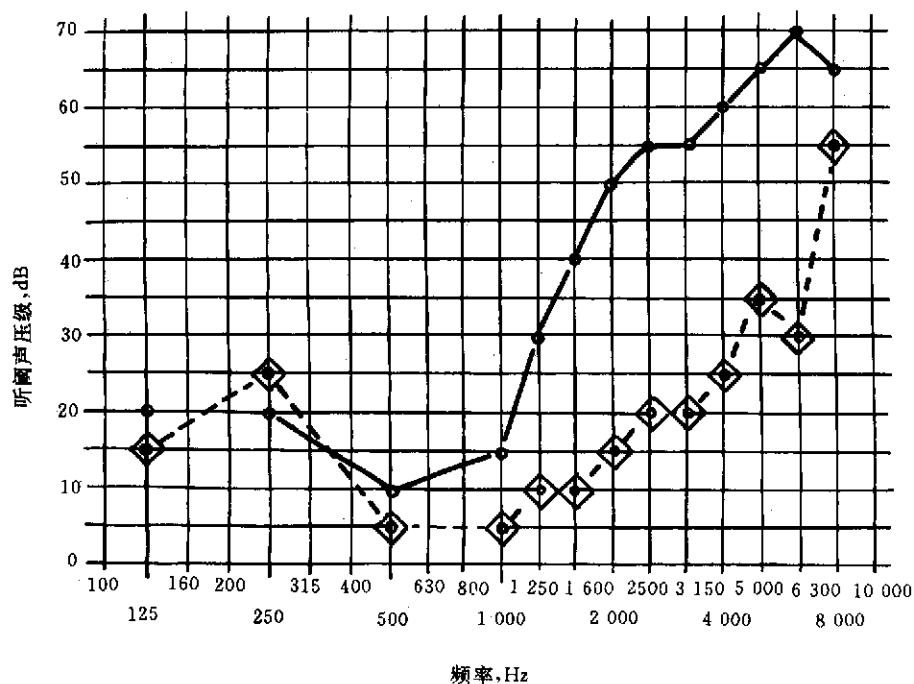


符号:

× = 左侧单耳听阈;

◇× = 左侧单耳戴助听器听阈

图 A1 听阈级



符号:

- = 右侧单耳听阈;
 ◇ = 右侧单耳戴助听器听阈

图 A2 听阈声压级

附录 B

(提示的附录)

对 45°及 90°入射角的修正值

由于各种原因并不是所有声场测听都利用 0°入射(轴上正对位置)的扬声器。实际调查表明轴外位置常用入射角为 45°与 90°。表 B1 给出在 45°及 90°入射角时对测试频率从 200 Hz 到 12 500 Hz 应增加的声压级(见附录 C(提示的附录)文献[5])。

表 B1 对最靠近扬声器侧耳应增加的声压级

测试频率 Hz	对声入射角的修正值 ¹⁾ dB	
	45°	90°
125	0.5	1
160	1	1.5
200	1	1.5
250	1	2
315	1.5	2.5
400	2.5	3.5
500	3	4.5
630	3.5	5

续表 B1

测试频率 Hz	对声入射角的修正值 ¹⁾ dB	
	45°	90°
800	3.5	5
1 000	4	5.5
1 250	4	6
1 500	3.5	5
1 600	3.5	4.5
2 000	3	2
2 500	3.5	2
3 000	5	2.5
3 150	5	2
4 000	4	-0.5
5 000	6	4
6 000	7.5	9.5
6 300	7.5	10
8 000	5.5	8.5
10 000	4.5	6
12 500	1.5	8

1) 相对于 0°入射角的扬声器轴外位置,取整到最近 1/2 dB。

附 录 C

(提示的附录)

文 献

- (1) GB 7583—87, 声学 纯音气导听阈测定 听力保护用。
- (2) ISO 8798:1987, 声学——窄带掩蔽噪声参考级。
- (3) Arlinger, S. D. and Jervall, L. B. 啁音声场测听中的可靠性。Scand. Audiol., 16, pp. 21-27 (1987)。
- (4) Morgan, D. E., Dirks, D. D. and Bower, D. R. 声场中对调频音(啁音)的推荐阈值声压级。J. Speech Hear. Dis., 44, pp. 37—54(1979)。
- (5) Shaw, E. A. G. and Vaillancourt, M. M. 用数值表示的从自由场到鼓膜的声压转换。J. Acoust. Soc. Am., 78, pp. 1120-23(1985)。
- (6) Walker, G., Dillon, H. and Byrne, D. 声场测听, 推荐的刺激与方法, Ear and Hearing, 5, pp. 13-21(1984)。